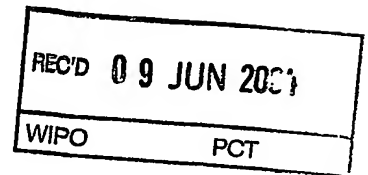


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



DE 09/00732

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 17 046.4

Anmeldetag:

11. April 2003

Anmelder/Inhaber:

LPKF Laser & Electronics AG, 30827 Garbsen/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen

IPC:

C 23 F 17/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. April 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
im Auftrag

Anmelder:

LPKF Laser & Electronics AG
Osteriede 7
D-30827 Garbsen

u. Z.: LPK-63-DE

11. April 2003

Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen, welches in der Praxis beispielsweise eingesetzt werden kann, um Sensoren oder auch photovoltaische Solarzellen herzustellen. Solche Mehrschichtsysteme sind zumeist als ebene Elektrodensysteme ausgeführt, bei denen die Isolation zwischen einzelnen, durch die elektrisch leitfähigen Schichten gebildeten Elektroden, durch die Strukturierungsmethoden und die elektrischen Eigenschaften des Substrates bestimmt werden.

Grundsätzlich sind dabei zwei Grundformen bekannt, die sich durch die Anordnung der leitfähigen Schichten auf dem Substrat unterscheiden. Bei der ersten Grundform sind die leitfähigen Schichten ausschließlich auf einer Seite des Substrates angeordnet. Die Präzision der Leiterzüge und der Abstand zwischen ihnen wird durch die Strukturierungsmethoden bestimmt. Bei der zweiten Grundform sind die leitfähigen Schichten beiderseits des Substrates angeordnet, ihr Abstand und damit die Isolation wird von der Materialstärke des Substrates bestimmt.

Zur Herstellung dünner Schichten aus Metallen, deren Verbindungen und Legierungen ist der Einsatz von PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition) Stand der Technik. Die Vorteile dieser Verfahren bestehen darin, dass die Schichtmaterialien in sehr reinem Zustand zur Schichtbildung kommen (große freie Weglänge des Restgases im HV- bzw. UHV-Bereich bei thermischer Verdampfung bzw. Einsatz von Edelgasen bei Katodenzerstäubung, Vakuum-

lichtbogen-, Hohlkatoden- und ionengestützten Verfahren) und deshalb unter geeigneten Kondensationsbedingungen und -raten bei geringen Schichtdicken dichte Schichten bilden.

5 PECVD-Verfahren (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition) beruhen auf der Ionisation und Fragmentierung gasförmiger Monomere im Niederdruckplasma. Die ionisierten Monomere und deren Fragmente können auf geeignet modifizierten Oberflächen fest haftende Schichten bilden, deren molekulare Struktur jedoch im Gegensatz zur klassischen Chemie unregelmäßiger und deutlich dreidimensional ausgerichtet ist. Dieser auch als Plasmapolymerisation bezeichnete Prozess erzeugt Schichten, deren Eigenschaften bei gleichem Monomer u.a. durch Variation von Gasmischung und Plasmaintensität beeinflusst werden können.

10 polymere ohne oder mit wenigen polaren Gruppen eignen sich nur bedingt für die Metallisierung. Kann man für die Lackierung oder das Bedrucken atmosphärische Verfahren (Beflammen, Koronaentladung) einsetzen, sind Nebeneffekte dieser Techniken (Aufrauung) für extrem dünne Schichten nicht geeignet. Die Aktivierung von Oberflächen ist eine spezielle Anwendung der Plasmatechnologie, die nach Entfernung latenter Schichten (Plasmareinigung) eingesetzt wird. Aktivierung bedeutet hier eine Modifizierung der Oberfläche, die notwendig wird um bessere Haftungen der Schichten auf dem Substrat sowie untereinander zu erzielen.

20 Für Aktivierungsprozesse mit Niederdruckplasma werden neben Argon typischerweise Sauerstoff, je nach Anwendungsgebiet aber auch Stickstoff oder Ammoniak eingesetzt. Die Dauer von Aktivierungsprozessen beträgt in der Regel nur wenige Sekunden. Nach der Aktivierung sind die Substrate zur Bearbeitung präpariert und werden meist in der gleichen Anlage beschichtet.

Hinsichtlich des praktischen und wissenschaftlichen Einsatzes der insbesondere für die technischen Sensoren bestimmten Mehrschichtsysteme ist die Miniaturisierung von entscheidender Bedeutung, die jedoch mit den konventionellen Verfahren nicht weiter verbessert werden kann.

30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen zu schaffen, das mittels Kombination präzise abgestimmter Beschichtungs- und Strukturierungsmethoden die äußeren Mindestabmessungen von Feinstleitorschaltungen wesentlich verkleinern kann.

35

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Die Unteransprüche betreffen besonders zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung.

5 Erfindungsgemäß ist also ein Verfahren entwickelt worden, bei dem auf ein Substrat im Wechsel metallische Schichten mittels PVD-Technik und elektrisch nicht leitende Schichten mittels PECVD-Technik aufgebracht werden, wobei eine präzise Strukturierung einer oder mehrerer Schichten durch selektives Abtragen möglich wird. Hierdurch können elektronische Multilayer wesentlich verkleinert werden, indem durch die erfindungsgemäße Kombination
10 der an sich bekannten Verfahren einzelne Schichten mit extrem geringen Schichtdicken realisiert werden können. Die darin eingebrachte Strukturierung ermöglicht daher beispielsweise die Herstellung technischer Sensoren mit einem wesentlich verkleinerten Abstand zwischen den Elektroden. Hierdurch werden die erforderlichen Probenmengen, die in den Zwischenraum der Elektroden eingebracht werden müssen, um diese aufzufüllen, wesentlich verringert, so dass auch solche Stoffe untersucht werden können, die nur in sehr kleinen Mengen zur Verfügung stehen. Dabei können zudem die Entsorgungskosten der Proben verringert werden, weil die erforderlichen Volumina verringert sind. Die überraschende Erkenntnis der vorliegenden Erfindung ist insbesondere darin zu sehen, dass zur Miniaturisierung im Vergleich zum Stand der Technik Schichten erzeugt werden, die eine geringe Schichtdicke aufweisen. Die Gesamtdicke der Schichtfolge ist im Endeffekt wesentlich geringer als die Gesamtdicke nach dem Stand der Technik bekannter Mehrschichtsysteme. Durch die Modifizierung der einzelnen Beschichtungen wird ein homogener Schichtaufbau erreicht, der die präzise Strukturierung ermöglicht und dadurch die Verkleinerung der inneren und äußeren Abmaße bewirkt.

Dabei erweist es sich als besonders vorteilhaft, wenn das selektive Abtragen mittels Laserenergie durchgeführt wird. Hierdurch lassen sich bisher unerreichte Strukturmaße realisieren, die zudem eine problemlose Anpassung an den jeweiligen Verwendungszweck gestatten. Mittels Laserenergie können in einfacher Weise einzelne oder mehrere Schichten abtragen und damit eine gewünschte Oberflächenbeschaffenheit, insbesondere Topographie, erzeugt werden. Die Strukturierung lässt sich dadurch mit Hilfe an sich bekannter Methoden mit geringem Aufwand einbringen.

Von besonderer Bedeutung sind dabei für praktische und wissenschaftliche Anwendungszwecke solche Mehrschichtsysteme, bei denen die Schichtdicke der nicht leitenden Schichten

ten 1 μm nicht übersteigt, um so eine bisher unerreichbare Miniaturisierung von technischen Mehrschichtsystemen realisieren zu können, durch die eine Vielzahl neuer Anwendungen ermöglicht werden.

- 5 Der Schichtaufbau des Mehrschichtsystems könnte über die Gesamtfläche einheitlich ausgeführt werden. Als besonders praxisrelevant erweist sich hingegen auch eine Abwandlung, bei der die Einzelschichten auch auf bereits strukturierte Schichten aufgebracht werden. Hierdurch ist das Mehrschichtsystem nicht auf einen einheitlichen Schichtaufbau beschränkt, sondern ermöglicht darüber hinaus einen auf spezielle Einsatzzwecke abgestimmten
- 10 Schichtaufbau mit verschiedenen Schichten in unterschiedlichen Bereichen des Mehrschichtsystems. Die erste metallische Schicht wird hierzu flächig aufgetragen und wahlweise vor dem Auftragen der nicht leitenden Schicht selektiv ablatiert oder bereits selektiv auf das Substrat aufgebracht, um so einen 2- oder 3-Schicht-Aufbau zu realisieren. Die nicht leitende Schicht haftet dabei sowohl auf dem Substrat, als auch auf der ersten metallischen Schicht.

- 15 Eine andere besonders vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auch dann realisiert, wenn das selektive Abtragen mittels Ionenstrahltechnik oder Elektronenstrahltechnik durchgeführt wird, um so die unterschiedlichen Prozessparameter in optimaler Weise für die Herstellung unterschiedlicher Mehrschichtsysteme zu nutzen. Dabei sind
- 20 zudem auch Kombinationen der verschiedenen Strahlabtragsverfahren möglich, um so beispielsweise die Ablation oder die Strukturmaße entsprechend optimieren zu können.

- Besonders praxisnah ist eine Abwandlung, bei der die Strukturierung durch selektives Abtragen ausschließlich der zweiten metallischen Schicht durchgeführt wird. Hierdurch entsteht
- 25 eine Strukturierung der äußeren metallischen Schicht, in deren durch den Abtrag eingebrachten Zwischenräumen ein zu untersuchendes Medium eingebracht werden kann. Es sind dadurch flache Mehrschichtsysteme mit einer hohen Aufnahmekapazität realisierbar, deren Strukturmaße insbesondere an das entsprechende Medium angepasst werden können.

- 30 Bei einer weiteren vorteilhaften Abwandlung, bei der die Strukturierung durch selektives Abtragen der zweiten metallischen Schicht sowie der elektrisch nicht leitenden Schicht durchgeführt wird, entsteht eine Aussparung des Mehrschichtsystems, deren Flanken von der zweiten metallischen Schicht sowie der nicht leitenden Schicht und deren Grund durch die Oberfläche der ersten metallischen Schicht gebildet sind. Durch die als Elektroden ausgeführte
- 35

erste und zweite metallische Schicht kann so in einfacher Weise beispielsweise eine Füllstands- oder Belegungssensorik realisiert werden, die in idealer Weise auch durch eine lediglich auf die zweite metallische Schicht bezogene Messelektrode ergänzt werden kann, um so beispielsweise Messfehler zu vermeiden.

5

Weiterhin ist bei einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung, bei der die Strukturierung durch selektives Abtragen der ersten metallischen Schicht, der elektrisch nicht leitenden Schicht sowie der zweiten metallischen Schicht durchgeführt wird, zusätzlich auch eine Messelektrode realisierbar, deren Grund durch das isolierende Substrat gebildet ist, so dass dabei beispielsweise die Benetzung der Flanken der Aussparung realisierbar ist, um weitere spezifische Eigenschaften des zu bestimmenden Mediums bzw. der individuellen Substanz erfassen zu können.

10

Ein besonders guter Schichtverbund der Einzelschichten des Mehrschichtsystems wird insbesondere dadurch erreicht, dass vor dem Aufbringen der metallischen Schicht oder der elektrisch nicht leitenden Schicht eine Plasmaaktivierung durchgeführt wird. Hierdurch wird auch bei hoher Belastung oder aggressiven Umgebungseinflüssen eine unerwünschte Abspaltung oder Schädigung der Schichten vermieden. Die Plasmaaktivierung ermöglicht so eine optimale Adhäsion der Schichten.

15

20

Das Substrat kann dabei aus einem beliebigen nichtleitenden Material bestehen, wobei jedoch eine Abwandlung, bei der das Substrat aus Polymerfolien besteht, ein flexibles oder formbares Mehrschichtsystem ermöglicht.



Anmelder:

LPKF Laser & Electronics AG
Osteriede 7
D-30827 Garbsen

u. Z.: LPK-63-DE

11. April 2003

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen, bei dem auf ein Substrat im Wechsel metallische Schichten mittels PVD-Technik und elektrisch nicht leitende Schichten mittels
5 PECVD-Technik aufgebracht werden, wobei eine präzise Strukturierung einer oder mehrerer Schichten durch selektives Abtragen möglich wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Abtragen mittels
10 Laserenergie durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die metallischen Schichten als
wesentliche Bestandteile Kupfer, Silber, Gold, Platin, Palladium, Nickel oder Aluminium auf-
weisen.
- 15 4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schichtdicke der nicht leitenden Schichten 1 μm nicht übersteigt.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einzelschichten auch auf bereits strukturierte Schichten aufgebracht werden.
20
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Abtragen mittels Ionenstrahltechnik durchgeführt wird.

7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das selektive Abtragen mittels Elektronenstrahl durchgeführt wird.

8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat aus Polymerwerkstoffen besteht.

5



Anmelder:

LPKF Laser & Electronics AG
Osteriede 7
D-30827 Garbsen

u. Z.: LPK-63-DE

11. April 2003

Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mehrschichtsystemen auf einem nicht leitenden Substrat, bei dem im Wechsel metallische Schichten mittels PVD-Technik und elektrisch nicht leitende Schichten mittels PECVD-Technik abgeschieden und so modifiziert werden, dass die wahlweise selektive Strukturierung einer oder mehrerer Schichten möglich wird. Hierdurch wird erstmals eine Miniaturisierung erreicht, die mit konventionell aufgebauten Mehrschichtsystemen nicht realisierbar ist.